

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В КАЧЕСТВЕ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ

**Цой В. М**

*Док. Тех. наук, проф, Ташкентский государственный транспортный университет*

**Абдуллаева Д. Ф**

*Асс, Ташкентский государственный транспортный университет*

**Даулетова Ф.**

*Маг, Ташкентский государственный транспортный университет*

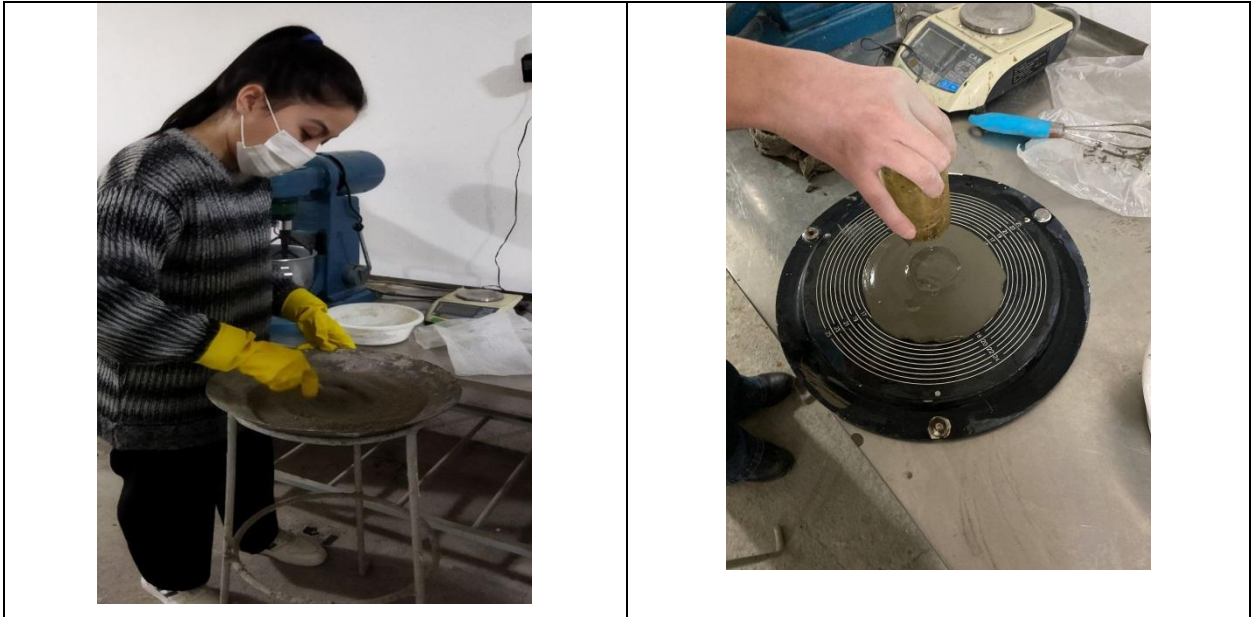
**Аннотация:** В данной статье рассмотрены исследования по структурообразованию многокомпонентной цементной системы для неавтоклавного газобетона с использованием различных химических добавок водоредуцирующего действия и активного минерального наполнителя, такого как микрокремнезем.

**Ключевые слова:** Вискозиметр Сутгарда, удельная поверхность, Золо-унос, микрокремнезем, полипласт.

В настоящее время можно считать установленным, что высокая активность микрокремнезёма (в дальнейшем МК), влияющая на процессы гидратации, структурообразования и, в конечном счете, структуру затвердевшего цементного камня и бетона, обусловлена наличием диоксида кремния аморфной модификации и характером ультрадисперсных частиц. Кремнезем в таком виде легко вступает в реакцию с гидроксидом кальция, высвобождаемой в процессе гидратации цемента, повышая тем самым количество гидратированных силикатов типа CSH в результате реакции:  $\text{SiO}_2 + x\text{Ca}(\text{OH})_2 + y\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot (x+y)\text{H}_2\text{O}$  и соотношением  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  от 0,9 до 1,3. МК так же может реагировать и с другими цементирующими фазами, ускоряя превращение эттрингита в моносulfат, а так же гидрогранат  $\text{C}_3\text{AsxH}_6\text{-}2x$ . Как следствие, МК обладает способностью присоединять другие ионы, особенно щелочи, что имеет существенное значение в связи с применением МК для уменьшения расширения, вызванного реакциями между щелочами и заполнителем. В случае добавки МК в количестве 10-20% заметный процесс восстановления гидроксидов кальция начинается через 3 дня, а при добавке 30% - уже через один день и протекает весьма интенсивно вплоть до 28-го дня твердения. Это означает, что в этот период пуццолановая реакция является наиболее интенсивной. Тем не менее, следует подчеркнуть, что с учетом необходимости защиты арматуры содержание МК в бетонах не должно превышать 10%. Известно, что прочность переходной зоны между цементным раствором и крупным заполнителем меньше прочности самого раствора. Эта зона содержит больше пустых пространств, образующихся вследствие скопления свободной воды около зерен заполнителя, а также сложностей, связанных с более плотной упаковкой частиц у его поверхности. В этом пространстве скапливается больше частиц портландита. В случае отсутствия добавки МК

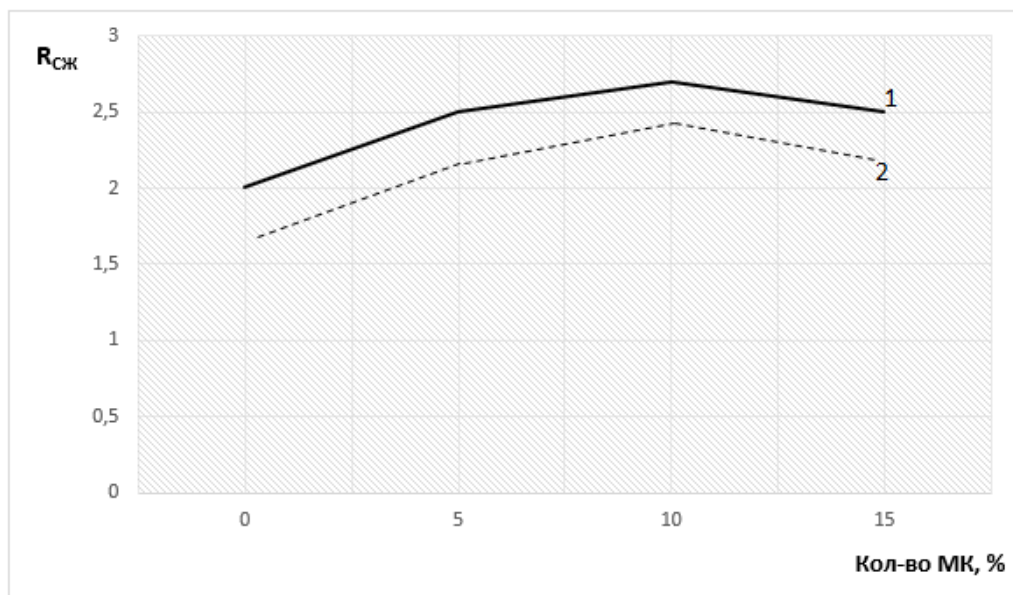
образуются крупные кристаллы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ориентированные параллельно поверхности заполнителя или арматуры. Кристаллы портландита обладают меньшей прочностью, чем гидратированные силикаты кальция CSH. Именно поэтому переходная зона и является самым слабым звеном в обычном бетоне. Добавка МК даже в количестве 2-5% приводит к уплотнению структуры переходной зоны за счет заполнения свободных пространств. Поэтому уменьшается как величина кристаллов портландита, так и степень их ориентации относительно зерен заполнителя, что обуславливает упрочнение этой слабой зоны бетона. В результате происходит восстановление самопроизвольно отдаваемой воды, снижается пористость переходной зоны и повышается сцепление теста с заполнителем и арматурой. Пуццолановые реакции, как фактор химического воздействия, вызывают дальнейшее повышение прочности и долговечности бетона. Считается, что в течение первых 7 дней твердения воздействие КП на свойства бетона имеет в основном физический характер, а позднее - как физический, так и химический. В результате физического и химического воздействия происходит благоприятное изменение микроструктуры теста, связанное со значительным уменьшением пористости в зоне капиллярных пор. Изменение структуры пор в бетоне рассматривается многими исследователями как главный фактор влияния МК на механические свойства и прочность бетона. Эти изменения находят свое отражение в снижении проницаемости бетона, а также в уменьшении коэффициентов диффузии ионов хлора. В свою очередь, снижение водопроницаемости способствует повышению стойкости бетона к воздействиям агрессивных сред. В случае добавки 15% кремнеземной пыли, на каждое зерно цемента в бетонной смеси приходится свыше 2 млн частичек пыли, что и объясняет их существенное влияние на свойства бетона. Взаимодействие частиц МК с продуктами гидратации цемента начинается на ранних стадиях твердения бетона и заканчивается в 28-ми суточном возрасте. При автоклавной обработке введение в состав смеси ультрадисперсного МК в количестве 10% кремнеземного компонента приводят к изменению фазового состава цементного камня, увеличению на 30-40% количества кристаллов низко основных гидросиликатов и соответственно контактов между ними в единице объема материала. Процесс образования хорошо закристаллизованной структуры завершается формированием тоберморита, а сам материал характеризуется высокой прочностью и низкой теплопроводностью. Полученные данные о влиянии МК на свойства цементного теста, бетонной смеси и батона показали реальную возможность экономии цемента до 40% при сохранении прочностных характеристик. А сохранение соотношений: цемент/МК (100/5-10-15%) позволяет получать 12% прирост прочности придавая смеси подвижность за счет дополнительного введения суперпластификатора.

Выполненные ранее исследования по определению оптимальной удельной поверхности песков куйлюкского и чиназского карьера, позволили сделать вывод что оптимальная удельная поверхность двух видов песков является  $S_{уд}=2400 \text{ см}^2/\text{г}$  дальнейшее увеличение удельной поверхности считается не целесообразным. Однако в связи с низким содержанием в песках активного  $\text{SiO}_2$  полученная в результате прочность не удовлетворяла нашим поставленным задачам. В связи с этим нами было принято решение об применении комплексного вяжущего состоящего из золы-уноса и микрокремнезема, с целью повышения содержания активного  $\text{SiO}_2$ .



**Рис. 1. Определение водотвердого отношения при подборе состава неавтоклавного газобетона с золой- уноса и микрокремнеземом**

На рис 2 представлены результаты исследования прочности неавтоклавного газобетона от микрокремнезема с удельной поверхностью  $5300 \text{ см}^2/\text{г}$ : 1- куйлюкского; 2- чиназского карьеров.



**Рис.2. Влияние прочности неавтоклавного газобетона от микрокремнезема с удельной поверхностью  $5300 \text{ см}^2/\text{г}$ : 1- куйлюкского; 2- чиназского карьеров.**

Введение комплексной добавки зола уноса+МК+Полипласт бесспорно вносит свою особенность в процесс структурообразования цементного камня.

Исходя из вышеперечисленных особенностей структурообразования благодаря механизму действия добавки полипласт в комплексе с добавкой МК+ зола уноса повышается прочность цементного камня за счет пуццоланово-активного воздействия твердеющей системы.

Для более глубокого понимания о процессах формирования структуры нами был исследований изучали распределения основных элементов (Ca, Si, Al, Fe и др.) проводился рентгеноспектральный микрозондовый анализ поверхности скола цементного камня и композиционных вяжущих с кремнеземсодержащими добавками. Количественное распределение по основным элементам и оксидам представлено на рис. 3

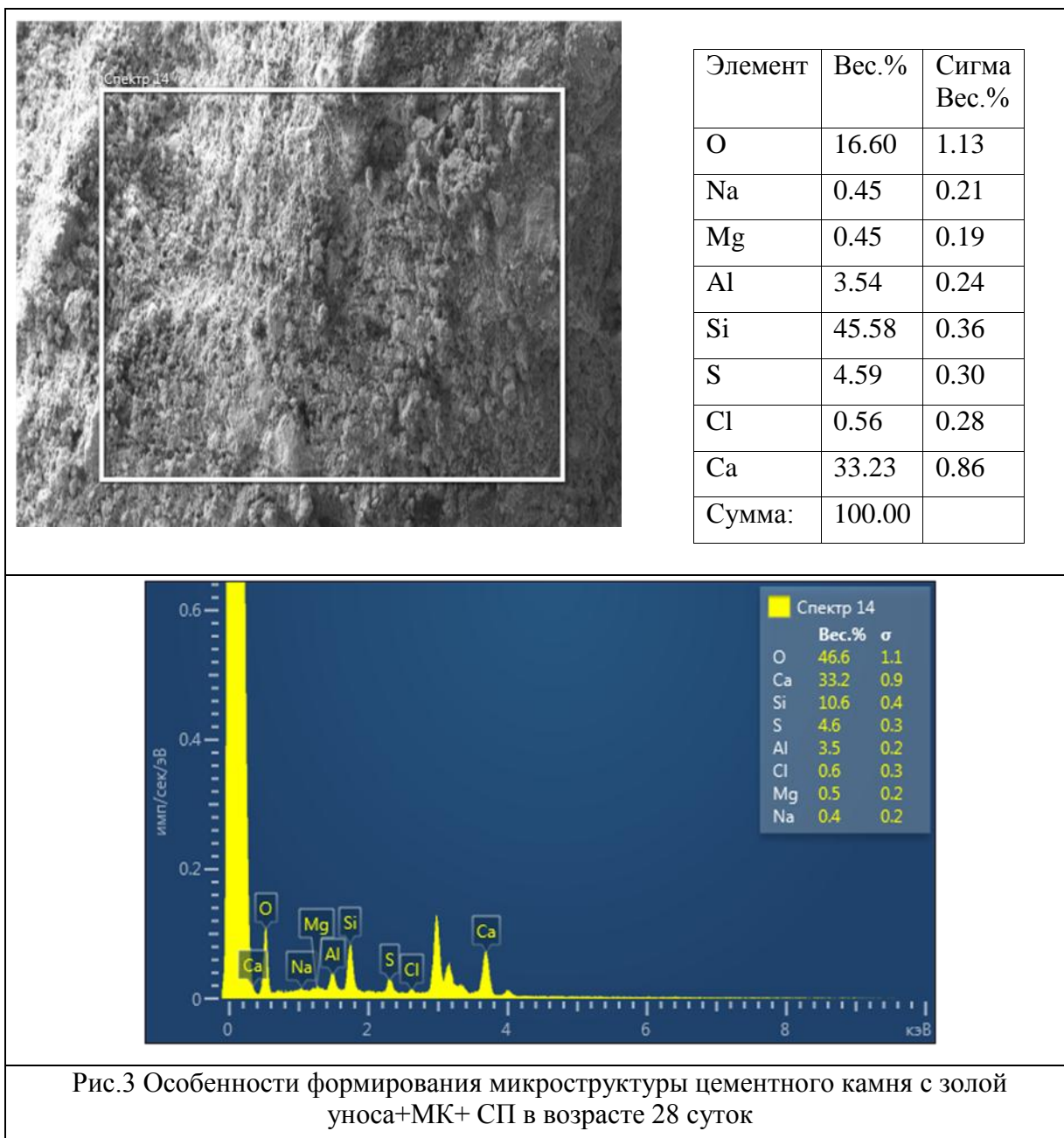


Рис.3 Особенности формирования микроструктуры цементного камня с золой уноса+МК+ СП в возрасте 28 суток

Основными элементами являются: O, Si, Ca, Al, следовательно, в процессе гидратации: образуются оксиды  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Содержание  $\text{CaO}$  в бездобавочном цементном камне больше, чем в цементном камне на основе композиционного вяжущего. Значительно



содержание оксидов Al и показывают, что возникают дополнительные гидратные фазы, что в свою очередь приводит к улучшению однородности структуры композиционного вяжущего.

#### Использованные литературы:

1. Adilhodzhaev A.I, Tsoy V., Khodlhaev S. Umarov K. Research of the influence of silicon-organic hydrophobizer on the basic properties of Cement stone and mortar // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. (2020), pp. 1918-1921
2. Gorlov JU. P. Tehnologija teploizoljacionnyh i akusticheskikh materialov i izdelij [The technology of thermal insulation and acoustic materials and products]. M.: Vysshaja shkola, 1989. 384 p., il.
3. <https://journals.researchparks.org/index.php/IJOT> e-ISSN: 2615-8140 | p-ISSN: 2615-7071. Volume: 4 Issue: 10 | October 2022
4. Pirnazarov, G. F., Mamurova, F. I., & Mamurova, D. I. (2022). Calculation of Flat Ram by the Method of Displacement. EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION, 2(4), 35-39.
5. Mamurova, F. I., Khadjajeva, N. S., & Kadirova, E. V. (2023). ROLE AND APPLICATION OF COMPUTER GRAPHICS. Innovative Society: Problems, Analysis and Development Prospects, 1-3.
6. Islomovna, M. F., Islom, M., & Absolomovich, K. X. (2023). Projections of a Straight Line, the Actual Size of the Segment and the Angles of its Inclination to the Planes of Projections. Miasto Przyszłości, 31, 140-143.
7. Mamurova, F. I. (2022, December). IMPROVING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS AND BUILDERS. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE" INNOVATIVE TRENDS IN SCIENCE, PRACTICE AND EDUCATION" (Vol. 1, No. 4, pp. 97-101).
8. Islomovna, M. F. (2022). Success in Mastering the Subjects of Future Professional Competence. EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION, 2(5), 224-226.
9. Muxitdinovna, A. Z. (2022). Mantessori Preschool Organizations. *American Journal of Social and Humanitarian Research*, 3(1), 373-377.
10. To'raqulovich J. U., Muxitdinovna A. Z. Features of Speech Development in Children of Middle Preschool Age.
11. Ashurova Z. Scientific prodress: Muammoli ta'lim texnologiyalari, ularning o'ziga xos xususiyatlari //Buxoro davlat universitetining Pedagogika instituti jurnali. – 2021. – T. 1. – №. 1.
12. Abdullayev S. S., Hamroyev J. B. Features of the Organization of Pedagogical Practice. – 2023.